

Radio-Club de la Haute Île



**F5KFF / F6KGL**

Port de Plaisance

F-93330 Neuilly sur Marne

# Le cours de F6KGL

présenté par F6GPX

## Technique

### Chapitre 2 - Première partie

### Courants alternatifs

Ce document a servi pour le cours enregistré le **02/03/2018**.

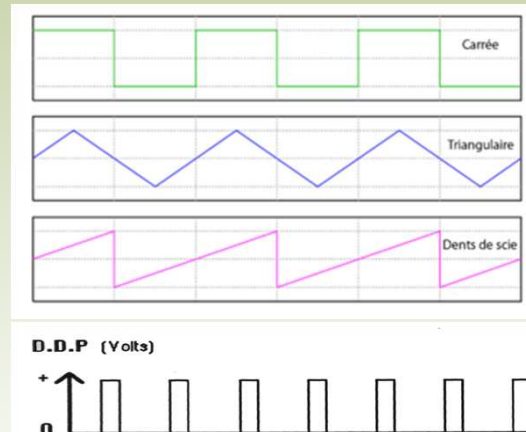
Ce document (*PDF*), le fichier audio (*MP3*) et les liens des vidéos (*Youtube*) sont disponibles sur la page <http://f6kgl-f5kff.fr/lespodcasts/index.html>



## 2-1) Courants alternatifs

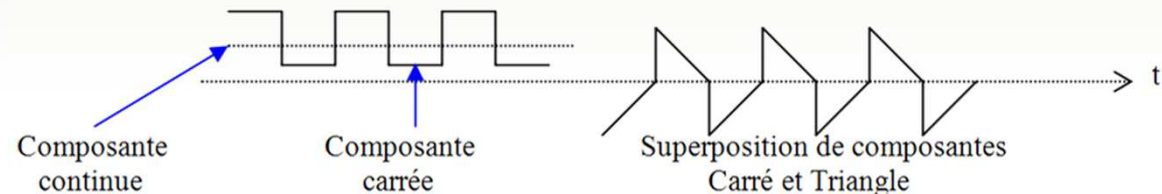
- Le courant est qualifié d'**alternatif** (ou **périodique**) si :
  - il **change** continuellement de valeur au cours du temps
  - la forme du signal se **répète** régulièrement.
- Les **courants alternatifs** peuvent prendre plusieurs formes

- Carré
- Triangle
- Dents de scie
- Impulsionnel



- Lorsque plusieurs courants

- Continu
- Alternatif

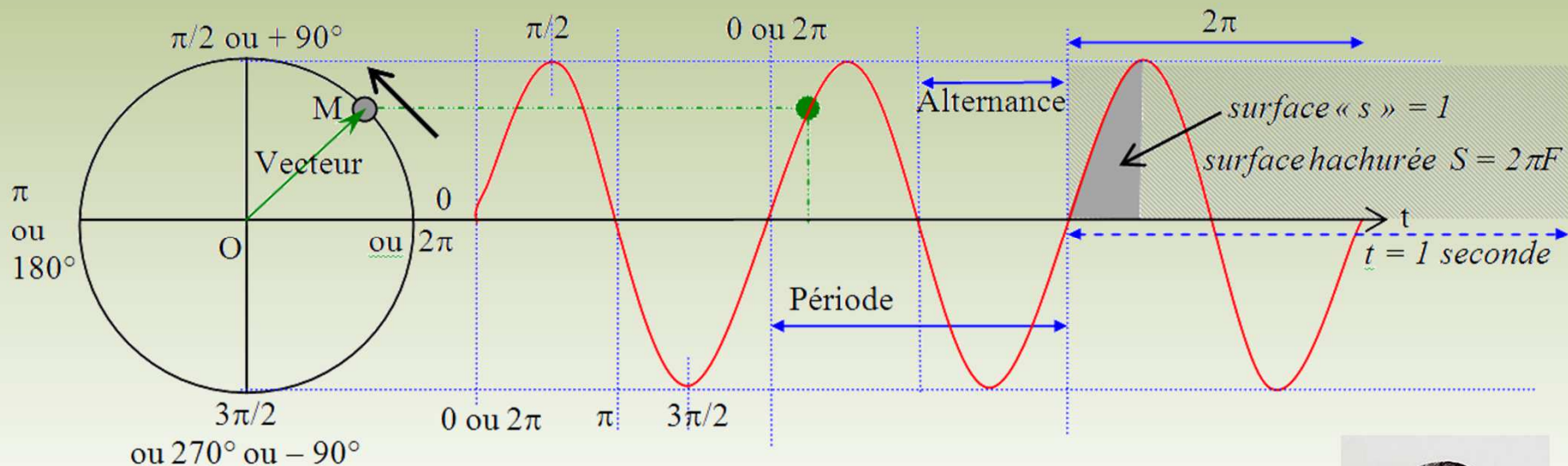


sont superposés, ils restent toujours alternatifs



## 2-1) Courants alternatifs

- Le signal **sinusoïdal** est la forme la plus régulière, sans à-coups, des signaux alternatifs
- Représentation d'une fonction Sinus



- Les formules :
  - durée d'une **période** :  $t(s) = 1 / F(\text{Hz})$
  - fréquence** :  $F(\text{Hz}) = 1 / t(s)$
  - pulsation** :  $\omega(\text{rad/s}) = 2 \times \pi \times F(\text{Hz})$

*rapport entre la zone « S » (surface =  $2\pi F$  pour une seconde) et la zone « s » (surface = 1)*



Heinrich Rudolf Hertz  
 1857 - 1894  
 Son éclateur à sphères met en évidence les ondes électromagnétiques - 1888



## 2-1) Courants alternatifs

- **Exemple 1 :** Quelle est la pulsation d'un signal dont la fréquence est de 10 MHz ?

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot F = 6,28 \times 10\,000\,000 = \mathbf{62\,800\,000 \text{ rad/s}}$$

- **Exemple 2 :** Quelle est la fréquence (en kHz) d'un signal sinusoïdal composé de 5 alternances et durant 15  $\mu\text{s}$  ?

5 alternances forment 2,5 périodes

1 période dure :  $15 \mu\text{s} / 2,5$  (durée totale / nombre de période) = 6  $\mu\text{s}$

$$F(\text{MHz}) = 1 / t(\mu\text{s}) = 0,166 \text{ MHz soit } \mathbf{166 \text{ kHz}}$$



Joseph Fourier  
1768 - 1830

Travaux sur la décomposition de fonctions périodiques - 1820

*Fourier a démontré que n'importe quelle fonction périodique est la somme de fonctions sinusoïdales dont les fréquences sont multiples de la période (nous reparlerons de ce théorème dans le montage de la soirée).*



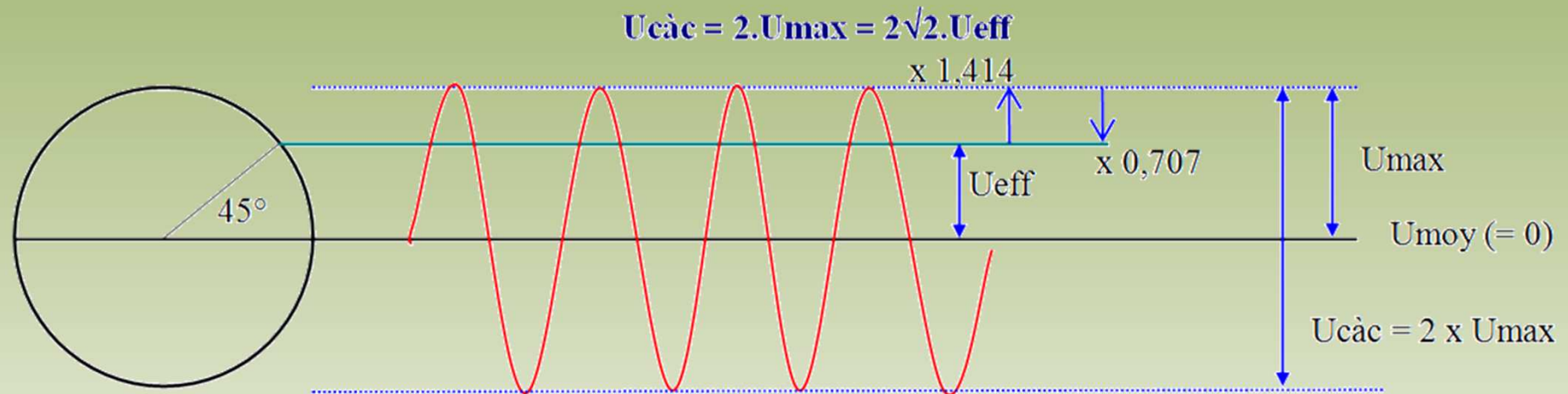
## 2-2) valeurs maximum, efficace, moyenne, crête à crête

- La **valeur moyenne** ( $U_{moy}$  ou  $I_{moy}$ ) d'un signal alternatif est la moyenne algébrique du courant ou de la tension. C'est la valeur lue par un galvanomètre. **Un signal sinusoïdal a une valeur moyenne nulle.**
- La **valeur maximale** ( $U_{max}$  ou  $I_{max}$ ) d'un signal alternatif est la **valeur la plus grande** que prend le signal au cours d'une période. Elle est appelée aussi **valeur crête** ( $U_{crête}$  ou  $I_{crête}$ ).
- La **valeur efficace** ( $U_{eff}$  ou  $I_{eff}$ ) d'un signal alternatif est la **valeur pour laquelle s'appliquent les lois d'Ohm et de Joule**. Lorsque le signal est sinusoïdal, on a :
 
$$U_{max} = \sqrt{2} \cdot U_{eff} = 1,414 \times U_{eff}$$

$$U_{eff} = U_{max} / \sqrt{2} = 0,707 \times U_{max}.$$
- La valeur **crête à crête** ( $U_{càc}$  ou  $I_{càc}$ ) est la valeur de **l'écart entre les extrêmes positif et négatif** du signal.



## 2-2) valeurs maximum, efficace, moyenne, crête à crête



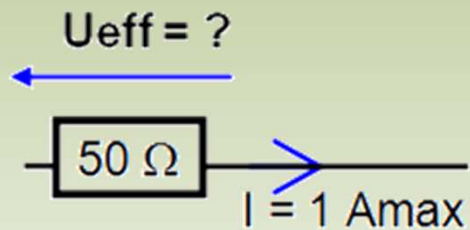
- Seules les valeurs efficaces ( $U_{eff}$  et  $I_{eff}$ ) doivent être utilisées dans les calculs en courants alternatifs sinusoïdaux.
  - *les lois d'Ohm et de Joule ne s'appliquent qu'avec des valeurs efficaces.*
  - *il faut donc transformer toutes les valeurs en valeurs efficaces avant d'effectuer d'autres calculs avec les lois d'Ohm et de Joule.*
- Les formules de transformation  $max > eff$  et  $eff > max$  ne fonctionnent que pour les courants sinusoïdaux.
  - *il existe une formule pour chaque forme de courants alternatifs.*





## 2-2) valeurs maximum, efficace, moyenne, crête à crête

- Exemples :



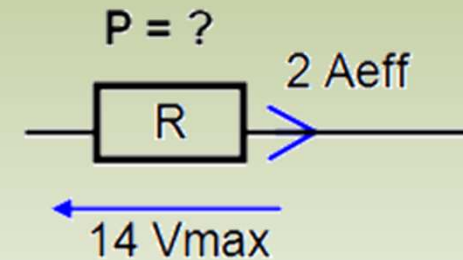
$$I_{\text{eff}} = I_{\text{max}} \times 0,707$$

$$I_{\text{eff}} = 1 \text{ A max} \times 0,707$$

$$I_{\text{eff}} = 0,707 \text{ Aeff}$$

$$U = R \cdot I$$

$$U = 50 \times 0,707 = 35,35 \text{ V}$$



$$P = U_{\text{eff}} \cdot I_{\text{eff}}$$

$$U_{\text{eff}} = U_{\text{max}} \times 0,707$$

$$U_{\text{eff}} = 14 \times 0,707 \approx 10 \text{ Veff}$$

$$P = 10 \text{ V} \times 2 \text{ A}$$

$$P = 20 \text{ W}$$



## 2-2) valeurs maximum, efficace, moyenne, crête à crête

- *La superposition d'un signal sinusoïdal et d'une composante continue modifie la valeur efficace du signal.*
  - *pour pouvoir appliquer la loi d'Ohm, on retiendra la formule suivante pour calculer la valeur efficace totale ( $U_{\text{efftot}}$ ) du signal :*

$$U_{\text{efftot}} = \sqrt{(U_{\text{cont}}^2 + U_{\text{eff}}^2)}$$

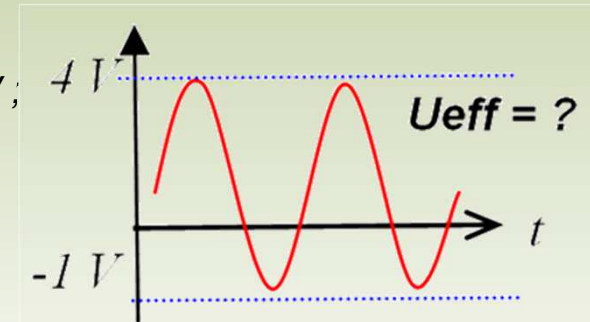
- **Exemple :**

Calcul de  $U_{\text{eff}}$  :  $U_{\text{cac}} = 5\text{V}$  [=  $4\text{V} - (-1\text{V})$ ] donc  $U_{\text{max}} = 2,5\text{V}$  ;  
donc  $U_{\text{eff}} = 1,77\text{V}$  (=  $2,5 \times 0,707$ )

La composante continue de ce signal est égale à sa tension moyenne :  $U_{\text{cont}} = U_{\text{moy}} = [4 + (-1)] / 2 = 1,5\text{V}$

Tension efficace totale :  $U_{\text{eff}} = \sqrt{[1,5^2 + 1,77^2]} = \mathbf{2,3\text{V}}$

Remarque : si la tension continue avait été négative ( $-1,5\text{V}$ , ce qui implique que le signal variant entre  $+1\text{V}$  et  $-4\text{V}$  aurait été inversé), le résultat aurait été le même (heureusement !)



*Lorsque deux signaux sinusoïdaux sont superposés et pour les signaux alternatifs non sinusoïdaux, le calcul se complique...*

*Les valeurs efficaces ne sont pas signées (+ ou -) et on ne peut pas les additionner quand elles sont superposées (comme en courant continu)*





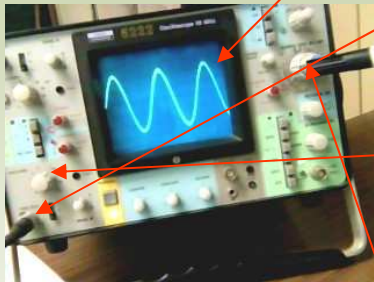
## 2-2) valeurs maximum, efficace, moyenne, crête à crête

- On rappelle que l'intensité est une « **agitation organisée d'électrons** » qui cheminent du – vers le + (sens électronique).
  - en courant alternatif, les électrons continuent de s'agiter au rythme du courant mais **ne bougent presque plus de place** lorsque la fréquence augmente.
  - en revanche, **la propagation de l'agitation se déplace à la vitesse de la lumière** (comme en courant continu) en allant de la source (le générateur) vers la charge (qui consomme l'énergie).
    - la propagation de l'agitation est comparable à la chute de dominos : une fois l'impulsion donnée par la chute du premier domino, les dominos suivants chutent les uns après les autres en se déplaçant très peu alors que le mouvement de chute se propage de la première à la dernière pièce.
- Le développement des réseaux électriques au début du 20<sup>ème</sup> siècle impose le courant alternatif dont l'énergie se transporte plus facilement que celle du courant continu (débat opposant Nicolas Tesla, adepte du courant alternatif, à Thomas Edison qui milite pour le courant continu)



## 2-2) valeurs maximum, efficace, moyenne, crête à crête

- Un **oscilloscope** est un instrument qui permet de visualiser sur un écran cathodique la forme d'un signal en fonction du temps.
  - Le **point lumineux** qui parcourt l'écran représente la tension du signal et se déplace de la gauche vers la droite.
  - Une **sonde** branchée au bout d'un câble collecte la tension à mesurer par rapport à la masse.
  - Un contacteur multipositions (noté U/div) détermine la **tension lue** sur l'écran où sont repérées des **divisions horizontales**.
  - Un autre contacteur (noté t/div) permet de déterminer la **durée de la lecture** (temps que met le point lumineux à parcourir une division de l'écran de gauche à droite).
  - Les **divisions verticales** permettent de déterminer le temps de lecture et donc la fréquence du signal.



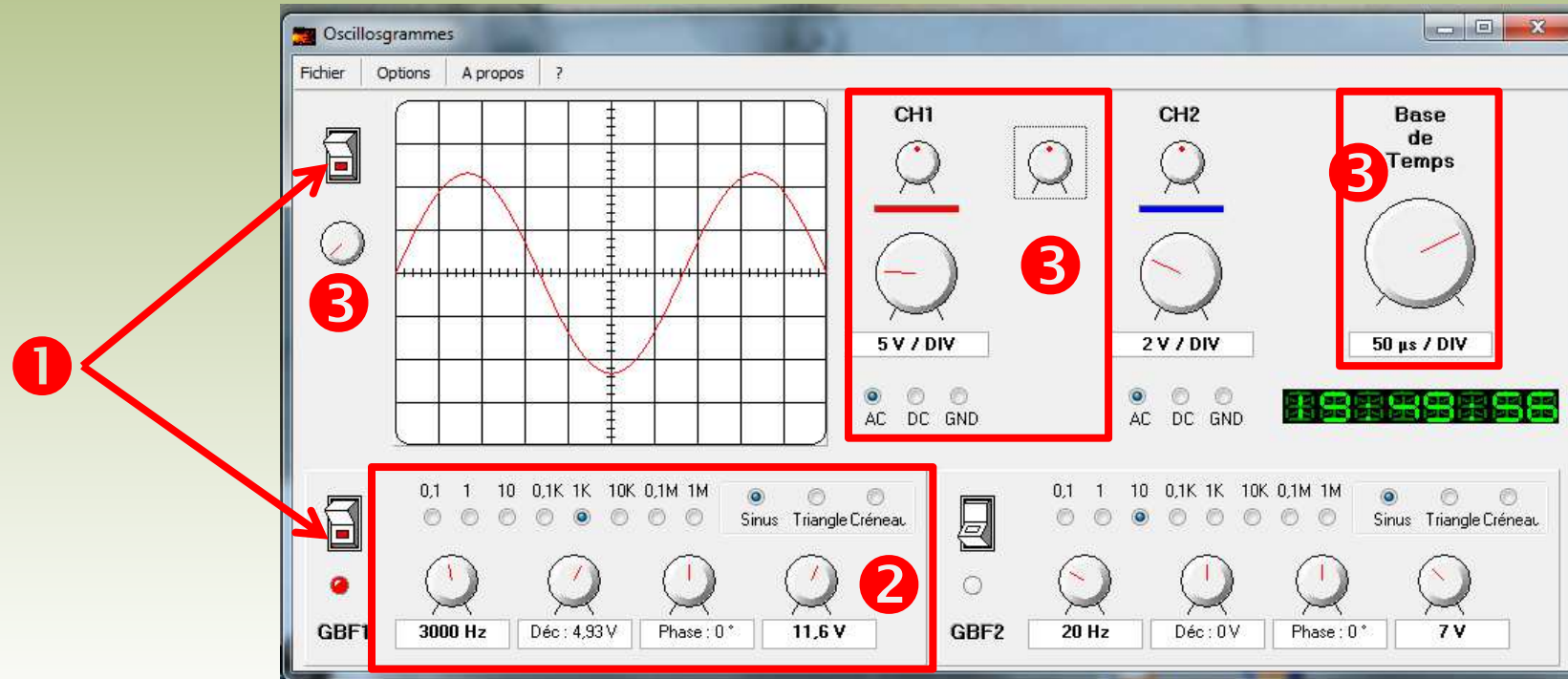
voir aussi page **CNFRA** dans *Radio-REF* de juillet 2011



## 2-2) valeurs maximum, efficace, moyenne, crête à crête

Logiciel **Oscilloscope.exe** disponible sur ce lien :

<http://f6kgl.free.fr/Oscilloscope.exe>



- ❶ Inters de mise en route : 1 pour l'oscilloscope et 2 pour les signaux (**rouge, bleu**)
- ❷ Génération : fréquence (+ multiples), forme du signal, tension max, déphasage, décalage
- ❸ Visualisation : U/div, t/div, décalage vertical AC/DC, épaisseur et décalage horizontal trait

**Exercice : vérifier la fréquence d'un signal généré et sa tension max**



# Les questions posées à l'examen

- Pulsation d'une fréquence de 1 kHz ?

- 6,28 rad/s
- 628 rad/s
- 6280 rad/s - *bonne réponse*
- 0,001

$$2 \times \pi \times F = 2 \times 3,14 \times 1000 = 6280 \text{ rad/s}$$

- Fréquence d'un signal de période 500 ms ?

- 2 Hz - *bonne réponse*
- 2 kHz
- 0,2 Hz
- 20 Hz

$$500 \text{ ms} = 0,5 \text{ s}; F = 1/t = 1 / 0,5 = 2 \text{ Hz}$$

- Durée d'une période d'un signal de fréquence 2,5 MHz ?

- 0,4 ms
- 40 ns
- 2,5  $\mu$ s
- 400 ns - *bonne réponse*



$$t = 1 / F \text{ ou } t(\mu\text{s}) = 1 / F(\text{MHz}) = 1 / 2,5 = 0,4 \mu\text{s} = 400 \text{ ns} (= 4 \times 10^{-7})$$

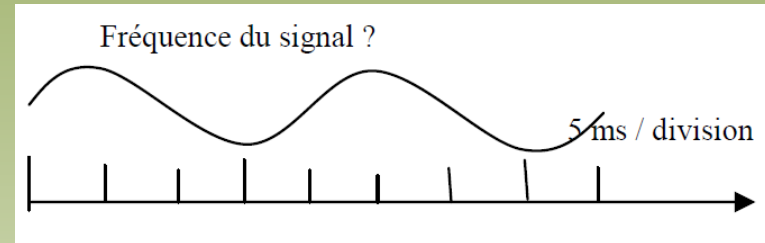
*Utilisez de préférence la calculatrice et la table de conversion pour ne pas tomber dans le piège des multiples et sous-multiples !*



# Les questions posées à l'examen

- **Fréquence du signal ?**

- 25 Hz
- 100 Hz
- 50 Hz - *bonne réponse*
- 200 Hz



*la période d'observation dure :  $8 \times 5 \text{ ms} = 40 \text{ ms}$ , il y a 2 périodes, d'où  $20 \text{ ms}$  (ou  $0,02 \text{ s}$ ) par période, d'où une fréquence de  $50 \text{ Hz}$  ( $= 1 / 0,02$ )*

- **10 V efficaces. Quelle est la tension crête ?**

- 14,14 V - *bonne réponse*
- 7,07 V
- 28,28 V
- 20 V

$$U_{\text{crête}} = U_{\text{eff}} \times \sqrt{2} = 10 \times 1,414 = 14,14 \text{ V}$$

- **Quelle est la valeur crête d'un signal de puissance 20 W passant dans un coaxial d'impédance de 75 Ohms ?**

- 39 V
- 75 V
- 110 V
- 55 V - *bonne réponse*

75  $\Omega$   
20 W

Quelle est la tension crête d'un signal de puissance 20 W passant dans un coaxial d'impédance de 75 Ohms

*$U = \sqrt{P \times R} = \sqrt{1500} \approx 39 \text{ Volts efficaces} \approx 55 \text{ V crête}$  ( $= 39 \times 1,414$  ; valeur arrondie et en supposant qu'il n'y a pas d'ondes stationnaires...)*

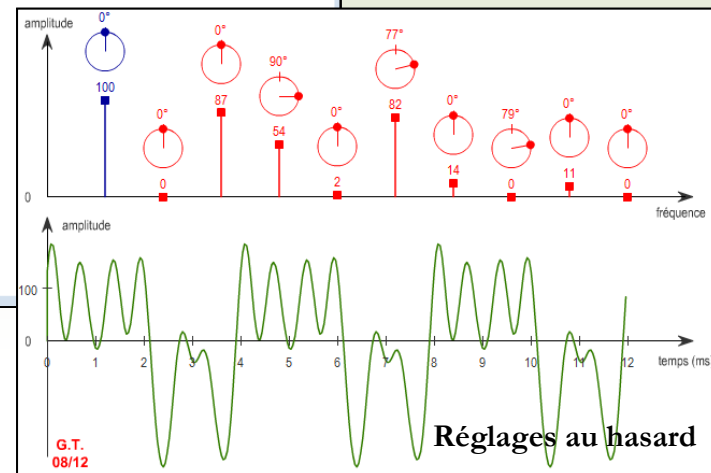
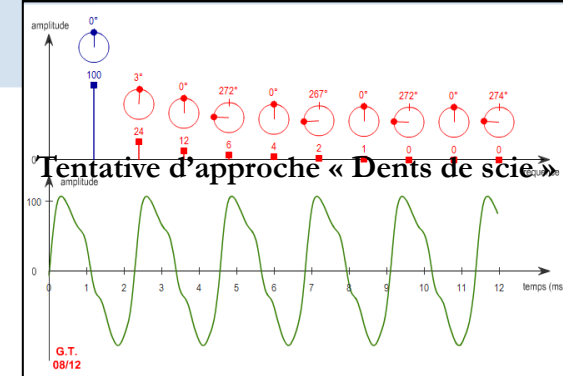
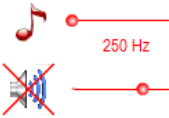
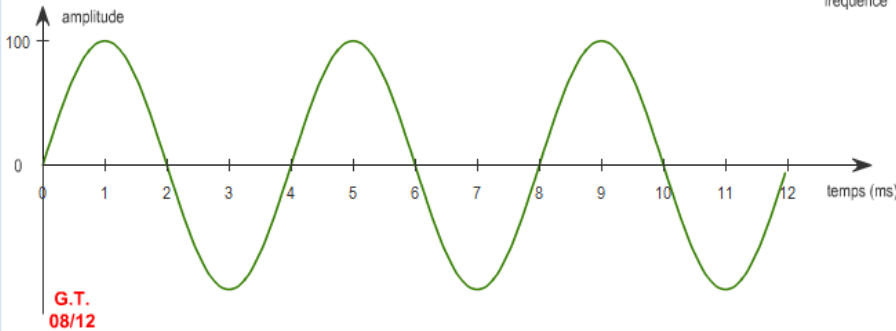
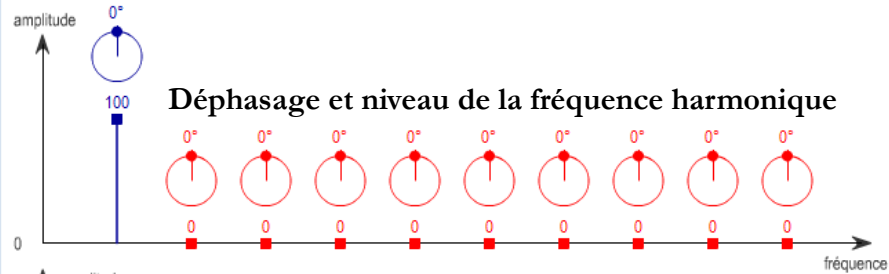


# Chapitre 2 – 1ère partie

## Le montage de la soirée

- Pour générer un **signal audio** à partir de sinusoides de fréquence multiple de la période (*séries de Fourier*)
- [http://www.sciences.univ-nantes.fr/sites/genevieve\\_tulloue/Ondes/general/synthese.php](http://www.sciences.univ-nantes.fr/sites/genevieve_tulloue/Ondes/general/synthese.php)

### Synthèse d'un signal périodique





Radio-Club de la Haute Île



**F5KFF / F6KGL**

Port de Plaisance

F-93330 Neuilly sur Marne

# Le cours de F6KGL

était présenté par F6GPX

**Bon week-end à tous et à la semaine prochaine !**

**Retrouvez-nous tous les vendredis soir au Radio-Club  
de la Haute Île à Neuilly sur Marne (93) F5KFF-F6KGL**

**ou sur 144,575 MHz (FM) ou encore sur Internet.**

Tous les renseignements sur ce cours et d'autres documents  
sont disponibles sur notre site Internet, onglet "*Formation F6GPX*"

**[f6kgl.f5kff@free.fr](mailto:f6kgl.f5kff@free.fr)**

**<http://www.f6kgl-f5kff.fr>**